

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-188712

(43)Date of publication of application : 04.07.2000

(51)Int.Cl.

H04N 5/232
G02B 7/28
G03B 13/36
H04N 5/225
// H04N 1/028

(21)Application number : 11-193240

(71)Applicant : HEWLETT PACKARD CO <HP>

(22)Date of filing : 07.07.1999

(72)Inventor : ROE MALCOLM DAVID MCKINNON
SLATTER DAVID NEIL

(30)Priority

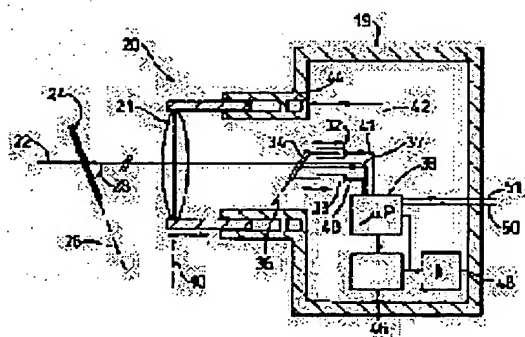
Priority number : 98 98305434 Priority date : 08.07.1998 Priority country : EP

(54) ELECTRONIC CAMERA

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an electronic camera that can photograph a document or the like placed on a desk obliquely from an upper part of an end of the desk at a low cost conveniently and quickly without the need of any special skill.

SOLUTION: In order to photograph an object 24 on a desk placed at a tilt angle with respect to an optical axis 22, a sensor element array 34 and an objective lens 21 are movable relatively along the optical axis 22 and the both can be tilted with each other. Then the relative direction between the objective lens 21 and the sensor element array 34 is changed so as to be focused to part of an image, and a relative direction between the objective lens 21 and the sensor element array 34 is changed to be focused to the 2nd part while keeping the focus so as to match the focus of the picture onto a sensing element. The control above can be executed by actuators 32, 33, 44.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.07.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-188712
(P2000-188712A)

(43) 公開日 平成12年7月4日(2000.7.4)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
|-------------------------------|------|---------------|-------------------------|
| H 0 4 N 5/232 | | H 0 4 N 5/232 | A |
| G 0 2 B 7/28 | | 5/225 | D |
| G 0 3 B 13/36 | | 1/028 | Z |
| H 0 4 N 5/225 | | G 0 2 B 7/11 | N |
| // H 0 4 N 1/028 | | G 0 3 B 3/00 | A |
| 審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 11 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願平11-193240
(22) 出願日 平成11年7月7日(1999.7.7)
(31) 優先権主張番号 9 8 3 0 5 4 3 4 : 7
(32) 優先日 平成10年7月8日(1998.7.8)
(33) 優先権主張国 ヨーロッパ特許庁 (E P)

(71) 出願人 398038580
ヒューレット・パカード・カンパニー
HEWLETT-PACKARD COM
PANY
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアル
ト ハノーバー・ストリート 3000
(72) 発明者 マルコム・デビッド・マッキノン・ロウ
イギリス国 ビーエス21 7キューエス
ノース・サマセット州, クリーブドン, マ
リン・バレード 9
(74) 代理人 100073874
弁理士 萩野 平 (外4名)

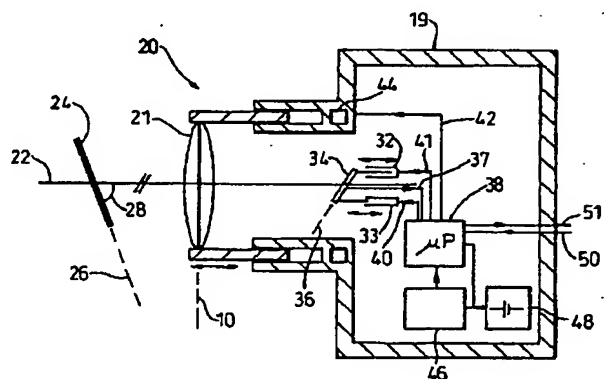
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子カメラ

(57) 【要約】

【課題】 特別な技能がいらず廉価で便利でかつ迅速に机上に置かれた書類等を機の端部の上方から斜めに撮影できる電子カメラを提供する。

【解決手段】 光学軸22に対して斜角に配置されている机上の対象物24を撮影するために、検出素子アレイ34と対物レンズ21は光学軸22に沿って相対的移動可能とし、また両者は互いに傾けることができるようにする。そして、対物レンズ21と検出素子アレイ34の相対的向きを画像の一部に焦点が合うまで変えて行き、その焦点を保持しつつ対物レンズ21と検出素子アレイ34の相対的な向きを画像の第二の部分にも焦点が合うまでは変えて行くことにより画像の焦点を検出素子上に合わせる。これらの制御はマイクロプロセッサ38及びアクチュエータ32、33、44により行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 検出素子(34)と、

対象物面(26)からの光放射を前記検出素子(34)へと向けるように配列された対物レンズ(21)であって、カメラの光学軸(22)を画定すること、前記対象物面(26)が前記光学軸(22)に対して斜角(28)にあることを特徴とする前記対物レンズ(21)と、

前記検出素子(34)及び前記対物レンズ(21)を前記光学軸(22)に沿って相対的に近づくように又は互いに離れるように、そしてまた互いに対して少なくとも1つの自由度で傾きを持つようにも動かせるように、前記対物レンズ(21)に対する前記検出素子(34)の相対的向きを変えるための移動手段(32, 33, 44)と、

前記検出素子(34)上に投影される画像の一部に焦点が合っている場合にそれを検出するための、前記検出素子(34)に接続された焦点検出手段(38)とを含む電子カメラ(20, 80)であって、検出した焦点に基づいて前記移動手段(32, 33, 44)を制御する処理手段(38)を含み、当該処理手段(38)は、まず前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)の相対的向きを画像の第一の部分に焦点が合うまで変化させて行き、その後前記第一の部分の焦点を保持しつつ、前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)の相対的向きを画像の第二の部分に焦点が合うまで引き続き変化させて行くことにより、画像の焦点を前記検出素子(34)上に合わせることを特徴とする電子カメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子スチルカメラ又はビデオカメラ(以下、「電子カメラ」という。)に関し、特に、電子カメラにおけるプレーナーフォーカス(planar focus)の補正に関する。

【0002】

【従来の技術】デスクトップフラットベッドスキャナはオフィスでの撮像用途においては非常に一般的である。これらは比較的廉価で便利なものではあるが、卓上のかかなりの貴重なスペースを恒常的に占有することが欠点である。

【0003】デジタルカメラ製品は静止画及び動画写真の多くの分野で普及しつつあり、結果として益々高価なものではなくなりつつある。しかしながら、このようなカメラはほとんどの場合、依然としてもっぱら人や場所の写真撮影のために利用されており、オフィスでの撮像用途における利用にはまだ適合していない。これは、通常は2次元CCDアレイを用いる電子カメラの解像度がA4のページ全体に、妥当な高品質再生に必要な最低限度と従来から考えられている300dpiで画像を

印刷するには不十分なためである。電子カメラにより大型のCCDを利用することは可能だが、これらは量販するオフィス向けの撮像製品としては高価過ぎる。

【0004】卓上にカメラを据えて、真下に向けることにより、卓上にある文書を撮像することが可能であり、常に場所を占めるといったスペースの無駄を解消することになる。限られた数の画素で十分な解像度を得るには、文書全体が最適にフォーカスされるようにカメラは撮像する文書の直上になければならない。しかしながら、そうするとユーザが前屈みになるか、又はカメラを取り付けるフレームを卓上に設けなければならなくなってしまう。また、オーバーヘッドカメラにすると、ユーザの頭上スペースで邪魔になったり、うっかりぶつかってしまうことにもなりかねない。

【0005】代わりに、カメラを文書の直上ではなく、例えば卓上の端部あたりで構えた、或は取り付けた場合、文書はカメラの光学軸と直角ではないために文書全体に同時に焦点を合わせることができない。カメラの制限された被写界深度に起因する解像度の喪失により、1フレーム中に文書の一部のみが十分な解像度で取り込まれることになる。これではユーザ或は何等かの機械的作動装置が手動でカメラのパン及びチルトを行い、各々が十分な解像度を得るための高い倍率の重なり合う写真を何枚も撮り、そして後にこれらの写真をソフトウェアを利用して繋ぎ合わせなければならなくなってしまう、好ましくない。

【0006】また、視角が斜めになるために、本願において「キーストーン(keystone)歪み」と称する作用である画像歪みが起こるといった問題点もある。このような遠近歪みは周知の画像処理技術を用いれば修正可能ではあるが、そうすると印刷された文字がより少ない画素にわたって広がる画像部分における解像度は最適とは言えなくなる。

【0007】これらの問題点を解決するための従来の試みは他の制約にも縛られている。より大きい被写界深度はカメラの開口を小さくすることにより供されるが、しかし画像面における光の量を減じることとなり、これがノイズレベルを引き上げてしまう。より長い露光時間としてもカメラがぶれてしまうためにハンドヘルドでの用途には有効ではない。また、能動或は電子画像スタビライザはコストがかさみ、カメラのぶれの作用を完全に除去するには有効ではない。カメラを保持及びパン／チルトするための枠台及び機械的取付台はカメラのぶれは排除するが、機械的複雑性及びコストという面において多大な犠牲を払うことになる。小さな開口、あるいはより長いシャッター時間としてもなお、卓上端部で構えた或は取り付けられた電子カメラにとっておそらくは望ましい45度以下の角度まで作用するのに必要な被写界深度を得ることは困難である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】かなり以前からカメラマン達はScheimpflug条件により定義されるような特定状況下では、全ての対象物が一つの平面にあることを前提に、カメラから異なる距離にある幾つかの物体に同時に焦点を合わせることが可能であることを知っている。Scheimpflug条件が満たされると、対象物面、画像面及びレンズを通過する面は全て一線に沿って交わる。この条件は正しいフォーカスのためには必要であるが、それ自体だけでは不十分である。カメラを傾いた対象物面に焦点を合わせるように設定することは、これまでは大型ビューカメラを取り付けた三脚とプロカメラマンの技能が必要なものと考えられて来た。

【0009】そのような大型カメラを利用するプロカメラマンは、修練と三次元形状への直観的な理解によりScheimpflug条件を満たし、カメラの光学軸に対して斜角となっている平面中の対象物領域を有するシーンに焦点を合わせるためにレンズの角度及び／又は画像面を調整する。従来より、これはカメラのビントグラススクリーン上に投影された画像を見る一方で対象物の対象物面に焦点を合わせるためにレンズ及び画像面の相対的な向きを調整することにより行われる。

【0010】この原理はかなり以前から知られていたものの、Scheimpflugカメラは常に手で操作され続けており、そして大型である。Scheimpflugカメラの部分的自動化への試みが米国特許第4,564,277号に記述されている。しかしながらこれは、画像を見るためのビントグラススクリーンを含むような、プロのフィルムフォトグラフィーに適したカメラについてのものである。撮影手順は半自動化されただけであり、異なる二つのスクリーン領域に焦点が合っている場合、カメラマンが画像面を少なくとも2つの位置へと光学軸に対して直角に動かし、それらの位置についての(x, y, z)位置データを計算機へと入力しなければならず、その後計算機はレンズの既知の焦点距離から、Scheimpflug条件を満たすためのレンズ又は画像面の正しい向きを計算するようになっている。このようなカメラ及び撮影手順は、量販市場の卓上撮像製品としては十分に廉価で迅速で便利とは言えない。

【0011】本発明の目的は、これらの問題点を解決するものであって、特別な技術を必要としないで、容易にかつ迅速に十分な解像度で机上の文書等を斜めに撮影することできる安価で小型の電子カメラを提供する点にある。

【0012】

【課題を解決するための手段】よって本発明は、検出素子と、カメラの光学軸を定義するレンズであって、光学軸に対して斜角にある対象物面からの光放射を検出素子へと向ける対物レンズと、検出素子と対物レンズを光学軸に沿って相対的に近づけたり互いから遠ざけたり、ま

た、互いに対して少なくとも1つの自由度で傾けることができるように対物レンズに対する検出素子の相対的な向きを変えるための移動手段と、検出素子に投影される画像の一部に焦点が合っている場合にそれを検出するために検出素子に接続された焦点検出手段とを含む電子カメラを提供するものであり、該電子カメラは検出された焦点に基づいて移動手段を制御する処理手段を含み、該処理手段は、まず第一に対物レンズと検出素子の相対的な向きを画像の第一の部分に焦点が合うまで変えて行き、そして前記第一の部分の焦点を保持しつつ対物レンズと検出素子の相対的な向きを画像の第二の部分にも焦点が合うまで変えて続けて行くことにより画像の焦点を検出素子上に合わせることを特徴とする。

【0013】本願において用いられる「レンズ」という語は、単一のレンズ素子に限られたものではなく、複合光学素子を有するレンズを含む。

【0014】焦点検出手段はデジタル又はフィルムベースのスチル又はビデオカメラに見られる周知のオートフォーカス技術のいずれでも良い。これらには、反射赤外線パルスの送受信に基づくレンジファインダ技術も含まれる。更なるフォーカス手段、例えば反射超音波パルスによる手段等を用いても良い。その他の検出画像の統計学的又は周波数領域解析を用いる周知の技術は、写真用フィルムではなく、ビデオやデジタルスチルカメラのように、物体が電子的に撮像される場合に特に適している。音響、及び特に赤外線レンジファインダは方向探知性が非常に高い。これらを3個、視野内の異なる方向を向くようにカメラに組み込むことは可能である。平面の位置は3つの非同一線上の点により定義される。対象物面の位置がわかっているれば、画像（又はレンズ）面に必要な角度も三次元幾何により直接計算することが可能となる。前述のものは簡略化したもので必要なレンジファインダは2つだけである。

【0015】検出素子は電子検出素子のいずれの種類でも良いが、特に二次元CCDアレイ又はCMOSアレイが好ましい。

【0016】適正な設計のレンズを用いると、画像又はレンズ面の位置がどうであろうと、画像は元の対象物の遠近的投影となる。従って対象物面上にあるあらゆる直線は、画像面上でも直線である。この結果、画像面の位置を決定するために米国特許第4,564,277号に説明される手順を踏む必要はなく、そしてこれと既知の焦点距離からレンズ及び／又は画像面の必要とされる位置がScheimpflugの法則により計算される。これは焦点を直接調整するには十分である。いずれの平面の位置計算も必要無い。また、レンズの焦点距離を知る必要も無い。

【0017】望ましくは処理手段がまず、対物レンズ及び検出素子を検出素子の第一の部分に焦点が合うまで光学軸に沿って相対的に近づける或は互いから離れるよう

10

20

30

40

50

に動かし、その後前記第一の部分の焦点を保持しつつ第二の部分にもまた焦点が合うまで対物レンズ及び検出素子を互いに対して傾けて行くことにより画像に焦点を合わせるものが良い。

【0018】光学軸に対して斜めの対象物面内の対象物の画像の焦点が検出素子上に合うと対象物、対物レンズ及び検出素子がScheimpflug条件を満たすことになる。対物レンズを通常又は粗焦点調整両方について正確な位置に来るようにカメラ本体に対し出たり入ったりするように動かすと同時に傾ける（チルトさせる）ことも必要な場合、機械的に複雑な構造となることもある。対物レンズの平面をScheimpflug条件を満たすために最良のフォーカスが得られるまで複数の位置を通して移動させることは可能ではあるが、対物レンズは固定位置に置いたままにしておき、同じ条件を満たすために検出素子を画像面へと動かす方が望ましく、それはこの方が機械的に単純化することが可能であり、そしてオートフォーカスに向いているからである。

【0019】従って、検出素子が本体に対して可動な状態、少なくとも検出素子を対物レンズに対してチルトすることが可能な状態で、対物レンズはカメラ本体に対して光学軸に沿って可動であっても良い。任意で検出素子にチルト無しに光学軸に沿った検出素子の動きによる少量の通常焦点調整を設けても良い。

【0020】特に作動焦点距離が常に明確に定義された限界内にある場合、例えば卓上撮像用途における0.2mから2m等においては、代わりに検出素子を本体に対して光学軸に沿って可動、対物レンズに対してチルト可能とし、対物レンズは本体に対して固定されていても良い。

【0021】いずれの場合においても、検出素子は移動手段により、例えば検出素子の光学軸に対する前後の動き及びチルトをも可能とするリニアアクチュエータにその角で取り付けられた状態で物理的に動かされることになる。必要とされるチルト自由度が本質的に1つだけで良い用途に電子カメラが利用される場合、例えば、撮像される文書が常に電子カメラの直前、光学軸に対して傾きを持つ面上で、この軸に直角の線付近にある場合、必要とされるチルト自由度は1つだけである。このように電子カメラの動きが簡素化されると、焦点調整の動きにそれに応じた簡素化が生じ、2つの自由度、直線移動及び一方向へのチルトのみが必要とされる。これはプロセス制御の簡素化にもつながる。

【0022】しかしながらほとんどの場合、電子カメラは光学軸に直角の線付近の傾きを持たない対象物を処理しなければならないという問題に直面する。従って、検出素子及び対物レンズは2つの本質的に直交する自由度で互いに対して傾きをつけられるように配置されていても良い。すると処理手段は、まず、第一及び第二の部分に焦点を合わせ、その後前記第一及び第二の部分の焦点

を保持しつつ、画像の第三の部分にも焦点が合うまで対物レンズ及び検出素子を互いに対してチルトさせて行くことにより画像に焦点を合わせる。

【0023】本発明の他の実施形態においては、対物レンズと検出素子との間に置かれ、対物レンズの画像面からの光放射を検出素子上に向けるように配列された第二のレンズであって、対物レンズの光学軸と交差するカメラの内部光学軸を定義することを特徴とする第二のレンズと、そして第二の光学軸と対物レンズの光学軸の相対的な向きを変える回転手段とを電子カメラが更に含み、処理手段は第二のレンズの画像面中の検出素子キーストーン歪みを改善するために回転手段を制御するように適合している。

【0024】上記の「改善」という語は本願においては、キーストーン歪みを改善するもしくは排除することを意味する。

【0025】驚いたことに、原理的にはキーストーン歪みを排除する一方、同時に傾きを持つ対象物の画像の焦点を検出素子上に合せることが、レンズ毎に1つ、二重にScheimpflug条件を満たすことにより可能なのである。更に、これは上述した検出素子部分における焦点検出、両レンズの焦点距離の情報、及びこれらレンズの隔離距離を用いて処理手段により自動的に実行可能である。

【0026】具体的には、電子カメラは、対物レンズ及び第二のレンズの両方の焦点距離と、レンズの軸が直線上に一致している時のレンズの隔離距離を表わすデータを保持するメモリ手段を含んでいても良い。そして電子カメラは、画像部分に焦点が合っている時点における検出素子及び第二のレンズの相対的な向きを決定し、前記向きを表わすデータを生成する手段を含む。最後に、処理手段は前記焦点距離、隔離距離及び向きデータから、対物レンズ、第二のレンズ及び検出素子の相対的な向きを計算するように配されていても良く、これによりキーストーン歪みを改善する一方で同時に対象物面の焦点を検出素子上に合わせる。

【0027】対象物面が対物光学軸に対して直角の線付近の傾きを持つ場合、回転手段の必要とする自由度は1つだけである。しかしながら、一般的に第二の光学軸は第一の光学軸に対して2つの本質的に直交する自由度で回転することができる。

【0028】上述の電子カメラは、フラットベッドスキャナのかわりに卓上での撮像用途に利用可能である。このような撮像装置は、例えばボールや取付けアームのような、機の端部に固定可能な取付台を用い、カメラは機端部の上に取付け、机上の文書を撮像する場合に机上まで引き下げられるようにしたものであっても良い。

【0029】機の使用面の一方向の側上部に位置する卓上撮像装置は、機が元来平坦な面であるためにそのままScheimpflug条件を利用することができる。

【0030】更に、本発明によれば、対象物を撮像する方法が提供され、これには、検出素子と、対象物面からの光放射を検出素子に向けるように配列した対物レンズであって、カメラの光学軸を定義することを特徴とする対物レンズと、検出素子の対物レンズに対する相対的向きを、これらが光学軸に沿って相対的に近づいたり、互いから離れるように動くように、そしてまた、互いに対して少なくとも1つの自由度で傾きをつけられるように変化させるための移動手段と、そして検出素子に投影される画像の一部に焦点が合った場合にそれを検出するための、検出素子に接続された焦点検出手段とを含む電子カメラが用いられ、その撮像方法は、対象物面が光学軸に対して斜角となるように電子カメラを対象物に向ける第一のステップを含み、電子カメラが検出された焦点に基づいて移動手段を制御するための処理手段を含むことを特徴とし、そして更に、

i) 処理手段を用い、まず、対物レンズと検出素子の相対的な向きを、画像の第一の部分に焦点が合うまで変えて行くことにより画像の一部に焦点を合わせるステップと、

ii) 前記第一の部分に焦点を合わせたまま対物レンズと検出素子の相対的な向きを、画像の第二の部分にも焦点が合うまで変え続けて行くステップと、を含むことを特徴とする撮像方法である。

【0031】撮像方法は更に、上述したように第二のレンズを有する電子カメラにおけるキーストーン歪みの改善が望まれる場合にも適合するものでも良い。従って、処理手段が回転手段を制御するように適合している場合、撮像方法は、

iii) 第二のレンズの画像面中の検出素子キーストーン歪みを改善するために、処理手段を用いて第二の光学軸と対物レンズの光学軸との相対的な向きを変える処理ステップを含む。

【0032】電子カメラがメモリ手段及び上述の検出素子の相対的向きを決定する手段を含む場合、撮像方法は、

iv) 対物レンズ及び第二のレンズの両方の焦点距離と、各レンズの軸が直線上に一致した状態にある時点の各レンズの隔離距離とを表わすデータをメモリ手段に記憶するステップと、そしてii)のステップの後に、

v) 処理手段を使って前記焦点距離、隔離距離及び相対的向きのデータから、対物レンズ、第二のレンズ、そして検出素子の望ましい相対的向きを計算するステップと、

vi) 対象物面の焦点を検出素子上に合わせる一方で同時にキーストーン歪みを改善するために処理手段を使って対物レンズ、第二のレンズ及び検出素子の相対的向きを変えるステップとを含む。

【0033】

【発明の実施の形態】以下に本発明の更なる説明を、添

付の図を参照しながら具体例として示す。

【0034】まず、図1ないし図3に基づいて本発明の第一の実施形態を説明する。図1はScheimpflug条件の概略を示し、ここではレンズ1が光学軸2を有し、平らな対象物4は光学軸2上に鋭角8の傾きを持って位置する対象物面6中にある。対象物4はレンズ1からレンズの焦点距離 f よりも長い距離 S 分離れている。光学軸2に対して直角のレンズ面10は図においては点12で示される線に沿って対象物面と交差している。対象物4の反転した平面画像14が光学軸2上に形成され、レンズから距離 S' 分離れた画像面16中に位置している。画像面16は、対象物面6及び垂直面10と点12における同じ線に沿って交差している。

【0035】図1においては、 m は対象物面6の勾配であり、 m' は画像面16の勾配である。このシステムの通常横倍率は従って $-S'/S$ となる。対象物面6及び画像面16がScheimpflug条件を満たしている場合、対象物面と画像面は必ずレンズ面10上で交差する。交差点12と光学軸2との間の距離を c とした場合、 $m = -c/S$ 、及び $m' = c/S'$ 、従って $m' = -m \cdot S/S'$ となる。代表的な $-1/15$ 横倍率では、 $m' = -15m$ となる。

【0036】次に図2も参照する。これは、カメラ本体19を有する電子カメラ20を概略的に示したものであり、カメラ本体19中では、対物レンズ21が、光学軸22に鋭角の対象物面26上に位置する対象物24を、画像面36に位置する二次元CCDの検出素子アレイ34上へと結像する。検出素子アレイ34は正方形であり、詳細は図示されないが、検出素子アレイ34の対向角を正反対に動かすために移動手段に該当する2個のアクチュエータ32、33が取り付けられており、検出素子アレイ34はアクチュエータの作用下で中間の角付近を軸に旋回し、従ってアクチュエータ32、33は、レンズ21に対する検出素子34のチルトにおいて、2つの独立した直交する自由度を提供するものである。

【0037】対象物面26が垂直位置から20度離れると、その勾配は、 $-\tan(70) = -2.74$ となる。横倍率が $-1/15$ であると、画像面36の勾配は41.21となり、垂直位置からたった1.39度離れているだけとなる。その中心のまわりを回転する一辺が10mmの代表的なCCDセンサにあっては、これは検出素子アレイ34の角におけるたった $5 \cdot \sin(1.39) = 0.12$ mmの変位を表わす。

【0038】これは比較的小さな変位であり、それに対応して小型のアクチュエータ(32、33)をもって提供することができる。従って本発明は、大判の写真用フィルムと比べて電子検出素子がまさに小さいという事実から恩恵を受けるものである。

【0039】検出素子アレイ34は、検出素子により取り込まれた画像の出力37を焦点検出手段及び処理手段

に該当するマイクロプロセッサ38へと供給する。マイクロプロセッサ38もまた、検出素子駆動用のアクチュエータ32, 33及びレンズフォーカス用のアクチュエータ44を駆動するために使われる出力線40, 41, 42を有する。

【0040】一般的には、メモリ手段に該当するメモリ46をマイクロプロセッサ38に接続しても良く、そして電子カメラは平均消費電力が十分に低いため、着脱可能の、又は充電可能の電池48から電源を取るもので良い。デジタル入力／出力線50, 51により、電子カメラをパーソナルコンピュータ(PC、図示せず)とインターフェースでつなげることもできる。

【0041】焦点合せの検出は、マイクロプロセッサ38の助けを借りて行うようにしても良い。アクチュエータ32, 33は、好ましくは画像統計的又は周波数領域技術の1つ等、周知のオートフォーカス法の1つから派生した技術により制御されるものであっても良い。適切なフォーカス配列は種々ある。例えば、1つの既存の方法では、検出素子アレイ34から読み出される画素の分散を最大限にするように調節することにより、最も鮮明なフォーカスが得られる。任意でCCDアセンブリの後ろに、隣接する辺上、又は対向角上の2個のアクチュエータ32, 33に加えて中心に1個、合計3個のアクチュエータを設けることにより、画像面の位置制御が完全なものとなり、よって焦点合せ機能全体の内の少なくとも幾つかを、検出素子アレイ34によって提供することが可能になる。画像の分散は、検出素子の動作にいくつかの自由度(中央領域のフォーカスにより調整される中央のアクチュエータ位置、そして2つの端部に沿った対応領域による2つのサイド位置)があるかにより、2つ又は3つの領域において別個に計測することができる。これら補正の各々をマイクロプロセッサ38を含むクロズドループ制御系へと取り入れることにより、Scheimpflug条件によるオートフォーカスが実現する。

【0042】図3は、机58の面56に置かれた文書としての一枚のA4サイズ用の紙54の画像を取り込むためにどのように電子カメラ20が用いられるかを示したものである。電子カメラ20は、机58の端部64にクランプ62で取り付けられた支柱60の最上部に取り付けられている。横軸及び縦軸を中心に旋回可能な取付台66が支柱60を電子カメラ20と接続し、これにより*

$$R = \text{ArcTan}[-M1 \cdot \text{Tan}(K)] \quad \dots (1)$$

【0048】焦点合せとキーストーン歪みの排除は以下※ ※の場合達成される。

$$\text{ArcCos}[f2 \cdot \text{Cos}(R) / (f1 \cdot M1 \cdot M2)] + R - 180 \quad \dots (2)$$

【0049】Scheimpflug条件を満たすために式(2)で与えられた角度で軸を回転させ、その後センサを回転させると、キーストーン歪みの無い、鮮明に焦点の合った画像を得られる。

*電子カメラを机面56のあらゆる部分に手動で向けることができるようになっている。電子カメラ20は机58の端部にあるため、それ以外の机の面は作業面として、或はプリンタやPC等、他のオフィス機器を置けるように空いている。

【0043】次に、図4ないし図5を参照して、本発明の第二の実施形態を説明する。

【0044】周知の通り、対象物面及び単一のレンズの画像面がScheimpflug条件を満たした場合、画像は鮮明に焦点が合った状態にある。しかしながら、画像は対象物への斜めの視角に起因して歪んでしまう。このキーストーン歪みを排除するために、第二のレンズ71が上述した配列に加えられる。最初是对物レンズ1の光学軸2は第二のレンズ71の光学軸202と同軸となっている。これによると、上述した画像面16及び画像14は、それぞれ中間画像面116及び中間画像114となる。そして検出素子アレイ214は最終画像面216に置くことができる。ここでも検出素子アレイ214は、図4に示すとおりScheimpflug条件を満たすように動かすことが可能である。

【0045】検出素子アレイ214上の画像には依然としてキーストーン歪みが生じるが、図5は第二のレンズ71及び検出素子アレイ214を、対物レンズの軸に直角で通り、また中間画像面114を通る軸の回りを一緒に回転させることによりこの歪みが排除される様子を示している。

【0046】以下にこれがどのように達成されるかを数学的に説明する。

【0047】(数式に用いる項符号の説明)

f1: 対物レンズ1の焦点距離

f2: 第二のレンズ71の焦点距離

S1: 対物レンズ1からの対象物の距離

M1: 対物レンズ1の倍率: $M1 = f1 / (f1 + S1)$

S2: 対物レンズ1により結像した画像の対物レンズ71からの距離

M2: 第二のレンズ71の倍率: $M2 = f2 / (f2 + S2)$

K: 対物レンズ1の光学軸に対する対象物の傾斜角

P: 各レンズの光学軸2, 202間の角度

Q: 各光学軸2, 202に対する検出素子214の傾き

R: 中間画像114の傾斜角

★【0050】例えば、以下の条件の対象物を考慮する。

S1=対物レンズ1から距離400mm、及び角度70度(K)

★50 $f1 - f2 = 12.12 \text{ mm}$

$$M1 = -1/32$$

$$M = -2$$

式(1)により、 $R = 90.65$ 度、よって式(2)により、 $P = 11.14$ 度が得られる。

【0051】キーストーン歪みが無く、二重Scheimpflugフォーカス条件を得る方法は以下の通りである。

【0052】第一に、図4に示すように2つの単一Scheimpflug段の光学軸2、202が直線上に合わせられる。そして対象物に鮮明に焦点を合わせるために検出素子が1つの単一Scheimpflug段における場合と同様に動かされる。第二のレンズ及び検出素*

$$R = \text{ArcTan} \{ (-1/M2) \tan(Q) \} \quad \dots (3)$$

が得られる。

【0055】この傾きのデータは第一の段に対する第二の段の正確なアライメントを求めるために式(2)に置換される。これら計算ステップの全ては、アクチュエータの動作も制御するマイクロプロセッサで実行可能なことはもちろんである。

【0056】図6は本発明の第二の実施形態において、二重Scheimpflug条件を適用した電子カメラ80がどのように作動するかを概略的に示したものである。図2に描かれた第一の実施形態と共通する部材には便宜上同一の符号がつけられている。第二の実施形態の電子カメラ80が第一の実施形態と異なるのは、主にカメラ本体19内部に設けられた第二のレンズ91を有することであり、これは第二のレンズ91の単一の回転軸を画定する回転手段に該当するピボット81、83上に取り付けられている。第二のレンズ91は検出素子を保持する撮像管84中に保持され、第二のレンズ91及び検出素子アレイ34は一緒に旋回するようになっている。この配列が一方のキーストーン歪みの解消を可能とする。異なる方向におけるキーストーン歪みを解消することが必要な場合、単純なピボット81、83を二軸ジンバル取付台に置き換えれば良い。

【0057】図6のマイクロプロセッサ及びアクチュエータの配列は、図2の本発明の第一の実施形態で説明したものと異なり、マイクロプロセッサが対物レンズ21の変位度、撮像管84の向き、そして撮像管84の検出素子の傾きの推移を把握している。

【0058】撮像管84中の実際の配列は前述したように、レンズ及び可動の検出素子アレイ34から成る単一レンズプレーナ型のScheimpflugフォーカスユニットと考えることができる。この撮像管84内のユニットは、レンズ21、91間の中間画像に対応する点を中心に回転することが可能である。

【0059】本願においては本発明を、文書のオーバーヘッドスキャンに適用可能であるものとして説明した。しかしながら、本発明をハンドヘルドカメラに適用できない理由は無い。本発明はまた、完全に平らな面※50

*子の向きの測定或は決定が可能であると仮定すると、これで距離 $S2'$ と、光学軸2、202に対する検出素子アレイ214の傾きが与えられる。第二のレンズ71の焦点距離はわかっているため、レンズ方程式を使って $S2 = S2' \cdot f2 / (f2 - S2')$ を計算することができる。

【0053】ここで、レンズ方程式から、 $M2 = f2 / (f2 + S2)$ である。

【0054】また、倍率を用いてセンサの傾きから中間画像の傾きを計算し戻すことが可能である、単一段のScheimpflug公式を使って、

※の画像を取り込むためのものに限られている訳でもない。主要面が存在すればいかなる場合であっても、ユーザは本発明の恩恵を受けることができるのである。例えば、多くの風景撮影法においては大きい被写界深度が必要とされるものの、特に前景は相応に平面的である。従って主要面はほぼ横向きとなる。同様に、建物の写真は縦の主要面を持つ場合もある。最低3つ以上の焦点計測をすることにより、自動的に適切な対象物面があるかどうかを判定することができ、あった場合はそれに焦点を合わせ、無かった場合は何等かの省略手順に従って焦点合せを行うことが可能である。上述した通り、高価な器材を利用するプロのカメラマンは現在、三脚に取り付けた大型カメラと彼らの技能とを駆使してこれらを可能としている。この技能という要素を取り去ることにより、本発明はデジタルカメラを利用するカメラマンの誰でもが同様のことをできるようにするものである。

【0060】以下に、本発明の実施の形態の要約を説明する。

1. 検出素子(34)と、対象物面(26)からの光放射を前記検出素子(34)へと向けるように配列された対物レンズ(21)であって、カメラの光学軸(22)を画定すること、前記対象物面(26)が前記光学軸(22)に対して斜角(28)にあることを特徴とする対物レンズ(21)と、前記検出素子(34)及び前記対物レンズ(21)を前記光学軸(22)に沿って相対的に近づくように又は互いに離れるように、そしてまた互いに対して少なくとも1つの自由度で傾きを持つようにも動かせるように、前記対物レンズ(21)に対する前記検出素子(34)の相対的向きを変えるための移動手段(32、33、44)と、前記検出素子(34)上に投影される画像の一部に焦点が合っている場合にそれを検出するための、前記検出素子(34)に接続された焦点検出手段(38)とを含む電子カメラ(20、80)であって、検出した焦点に基づいて前記移動手段(32、33、44)を制御する処理手段(38)を含み、当該処理手段(38)は、まず前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)の相対的向きを画像の第

一の部分に焦点が合うまで変化させて行き、その後前記第一の部分の焦点を保持しつつ、前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)の相対的向きを画像の第二の部分に焦点が合うまで引き続き変化させて行くことにより、画像の焦点を前記検出素子(34)上に合わせること特徴とする電子カメラ。

【0061】2. 前記処理手段(38)は、まず画像の第一の部分に焦点が合うまで前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)を前記光学軸(22)に沿って相対的に近づけるように、又は互いから遠ざけるように動かして行き、その後前記第一の部分の焦点を保持しつつ、第二の部分にもまた焦点が合うまで前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)を互いに対して傾きをつけて行くことにより、画像の焦点を合わせること特徴とする上記1に記載の電子カメラ。

【0062】3. 前記検出素子(34)及び前記対物レンズ(21)が互いに対し、2つの本質的に直交する自由度で傾きをつけることが可能であり、前記処理手段(38)は、まず第一及び第二の部分に焦点を合わせ、その後前記第一及び第二の部分の焦点を保持しつつ、画像の第三の部分にも焦点が合うまで前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)を互いに対して傾けて行くことにより、画像の焦点を合わせること特徴とする上記2に記載の電子カメラ。

【0063】4. 当該電子カメラ(20, 80)が、本体(19)と、この本体(19)に対して前記光学軸(22)に沿って可動の前記対物レンズ(21)と、前記本体(19)に対して可動の前記検出素子(34)であって、少なくとも前記対物レンズ(21)に対して傾きをつけることが可能な前記検出素子(34)と、を含むことを特徴とする上記1〜3のいずれか記載の電子カメラ。

【0064】5. 前記対物レンズ(21)が前記本体(19)に対して固定されており、そして前記検出素子(34)が前記本体(19)に対して前記光学軸(22)に沿って可動であり、前記検出素子(34)が前記対物レンズ(21)に対して傾きをつけられるように可動であることを特徴とする上記1〜3のいずれか記載の電子カメラ。

【0065】6. 当該電子カメラ(80)が、前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)との間に置かれ、前記対物レンズ(21)の画像面(114)からの光放射を前記検出素子(34)上へと向けるように配列された第二のレンズ(91)であって、前記対物レンズ(21)の前記光学軸(22)と交差するカメラの内部光学軸(82)を画定する第二のレンズ(91)と、前記内部光学軸(82)及び前記対物レンズ(21)の光学軸(22)の相対的向きを変えるための回転手段(81, 83)とを含み、前記処理手段(38)が、前記第二のレンズ(91)の画像面(216)における検出素

子キーストーン歪みを改善するために前記回転手段(81, 83)を制御するように適合していることを特徴とする上記1〜5のいずれか記載の電子カメラ。

【0066】7. 当該電子カメラ(80)が、前記対物レンズ(21)及び前記第二のレンズ(91)両方の焦点距離と、前記各レンズの光学軸(22, 82)が直線上に一致している場合における前記各レンズ(21, 91)の隔離距離とを表わすデータを保持するメモリ手段(46)と、画像の部分に焦点が合っている場合における前記検出素子(34)及び前記第二のレンズ(91)の相対的向きを決定し、前記向きを表わすデータを生成するための処理手段(38)とを含み、前記処理手段(38)は、前記焦点距離、隔離距離及び相対的向きのデータから、対象物面(26)の焦点を前記検出素子(34)上で合わせる一方で同時にキーストーン歪みを改善することが可能な、前記対物レンズ(21)、前記第二のレンズ(91)及び前記検出素子(34)の相対的向きを計算することを特徴とする上記6に記載の電子カメラ。

【0067】8. 前記内部光学軸(82)を前記対物レンズ(21)の光学軸(22)に対して2つの本質的に直交する自由度で回転させることが可能である上記6又は7に記載の電子カメラ。

【0068】9. 上記1ないし8のいずれか記載の電子カメラ(20, 80)と、当該電子カメラ(20, 80)を机(58)の端部(64)の上方に取り付けられ、机上の文書(54)を撮像する場合は机(58)上に引き下げることが可能な取付台(60, 62, 66)と、を有してなることを特徴とする卓上撮像装置。

【0069】10. 検出素子アレイ(34)と、対象物面(26)からの光放射を前記検出素子(34)へと向けるように配列された前記対物レンズ(21)であって、カメラの光学軸(22)を画定することを特徴とする対物レンズ(21)と、前記検出素子(34)及び前記対物レンズ(21)を前記光学軸(22)に沿って相対的に近づくように又は互いに離れるように、そしてまた互いに対して少なくとも1つの自由度で傾きを持つようにも動かせるように、前記対物レンズ(21)に対する前記検出素子(34)の相対的向きを変えるための移動手段(32, 33, 44)と、前記検出素子(34)上に投影される画像の一部に焦点が合っている場合にそれを検出するために前記検出素子(34)に接続された焦点検出手段(38)とを含む電子カメラ(20, 80)を利用して対象物(24)を撮像する方法であって、前記対象物面(26)が前記光学軸(22)に対して斜角となるように前記電子カメラ(20, 80)を対象物(24)に向ける第一のステップを含み、前記電子カメラ(20, 80)が、検出した焦点に基づいて移動手段(32, 33, 44)を制御する前記処理手段(38)を含むことを特徴とし、

i) 前記処理手段(38)を用い、まず、前記対物レンズ(21)と前記検出素子(34)の相対的な向きを、画像の第一の部分に焦点が合うまで変えて行くことにより画像の前記焦点を検出素子(34)上に合わせるステップと、

ii) 前記第一の部分に焦点を合わせたまま前記対物レンズ(21)と前記検出素子(34)の相対的な向きを、画像の第二の部分にも焦点が合うまで引き続き変化させて行くステップとを更に含むことを特徴とする撮像方法。

【0070】11. 前記電子カメラ(80)が、前記対物レンズ(21)及び前記検出素子(34)との間に置かれ、前記対物レンズ(21)の画像面(114)からの光放射を前記検出素子(34)上へと向けるように配列された前記第二のレンズ(91)であって、前記対物レンズ(21)の光学軸(22)と交差するカメラの内部光学軸(82)を画定する前記第二のレンズ(91)と、前記内部光学軸(82)及び前記対物レンズ(21)の光学軸(22)の相対的な向きを変えるための回転手段(81, 83)とを含み、前記処理手段(38)が前記第二のレンズ(91)の画像面(216)における検出素子キーストーン歪みを改善するために回転手段(81, 83)を制御するように適合していることを特徴とする撮像方法であって、

iii) 前記第二のレンズ(91)の画像面(216)中の検出素子キーストーン歪みを改善するために、前記処理手段(38)を用いて前記内部光学軸(82)と前記対物レンズ(21)の光学軸(22)の相対的な向きを変えるステップを含むことを特徴とする上記10に記載の撮像方法。

【0071】12. 前記電子カメラ(80)がメモリ手段(46)と、画像の部分に焦点が合っている場合における前記検出素子(34)及び前記第二のレンズ(91)の相対的な向きを決定し、前記向きを表わすデータを生成するための処理手段(38)とを含むことを特徴とする撮像方法であって、

iv) 前記対物レンズ(21)及び前記第二のレンズ(91)の両方の焦点距離と、前記各レンズの光学軸(22, 82)が直線上に一致している場合における前記各レンズ(21, 91)の隔離距離とを表わすデータを前記メモリ手段(46)に記憶するステップと、そして前記ii)のステップの後に、

v) 前記処理手段(38)を使って前記焦点距離、隔離距離及び相対的な向きのデータから、前記対物レンズ(21)、前記第二のレンズ(91)及び前記検出素子(34)の望ましい相対的な向きを計算するステップと、

vi) 前記対象物面(26)の焦点を前記検出素子(34)上に合わせる一方で同時にキーストーン歪みを改善するために前記処理手段(38)を使って前記対物レンズ(21)、前記第二のレンズ(91)及び前記検出素

子(34)の相対的な向きを変えるステップとを含むことを特徴とする上記11に記載の撮像方法。

【0072】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、検出素子と、対象物面からの光放射を検出素子へと向けるように配列された対物レンズであって、カメラの光学軸を画定すること、対象物面が光学軸に対して斜角にあることを特徴とする対物レンズと、検出素子及び対物レンズを光学軸に沿って相対的に近づくように又は互いに離れるように、そしてまた互いに対して少なくとも1つの自由度で傾きを持つようにも動かせるように、対物レンズに対する検出素子の相対的な向きを変えるための移動手段と、そして検出素子上に投影される画像の一部に焦点が合っている場合にそれを検出するための、検出素子に接続する焦点検出手段と、移動手段を検出した焦点に基づいて制御する処理手段を含み、処理手段がまず対物レンズ及び検出素子の相対的な向きを画像の第一の部分に焦点が合うまで変化させて行き、その後前記第一の部分の焦点を保持しつつ、対物レンズ及び検出素子の相対的な向きを画像の第二の部分に焦点が合うまで引き続き変化させて行くことにより、画像の焦点を検出素子上に合わせるようにしたので、特別な技能を必要とせずに、容易にかつ迅速に十分な解像度で机上の文書等を斜めに撮影することが可能な安価で小型の電子カメラを提供することができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】対象物面及び画像面がScheimpflug条件を満たした状態のレンズの概略図である。

【図2】Scheimpflug条件を満たすための、マイクロプロセッサ駆動による焦点合わせ機構及び検出素子チルトアクチュエータを有する本発明の第一の実施形態に基づく電子カメラの概略図である。

【図3】卓上に置かれたA4サイズの用紙を撮像するために図2の電子カメラを利用した卓上撮像装置の概略図である。

【図4】対象物面、中間画像面及び最終画像面が二重Scheimpflug条件を満たした状態にある、2つのレンズを示した概略図である。

【図5】キーストーン歪みが最終画像面から除かれる第二の実施形態に準じたもう一つの二重Scheimpflug条件を満たす、図4と同様のレンズを示す概略図である。

【図6】図5の二重Scheimpflug条件を満たす一方で同時に傾いた対象物面の焦点を検出素子上に合わせることを可能な本発明の第二の実施形態に基づく電子カメラの概略図である。

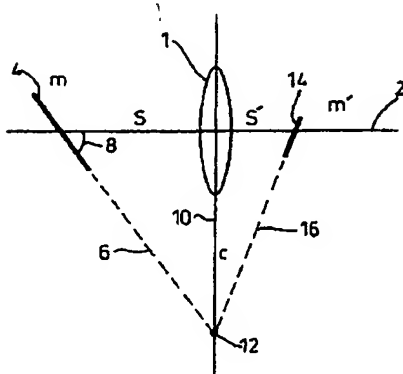
【符号の説明】

2, 22 対物レンズの光学軸
6, 26 対象物面
19 カメラ本体

17

- 20, 80 電子カメラ
- 21 対物レンズ
- 28 対物レンズの光学軸に対する対象物面の角度
- 32, 33, 44 移動手段
- 34 検出素子アレイ
- 38 マイクロプロセッサ
- 46 メモリ
- 54 用紙
- 58 机

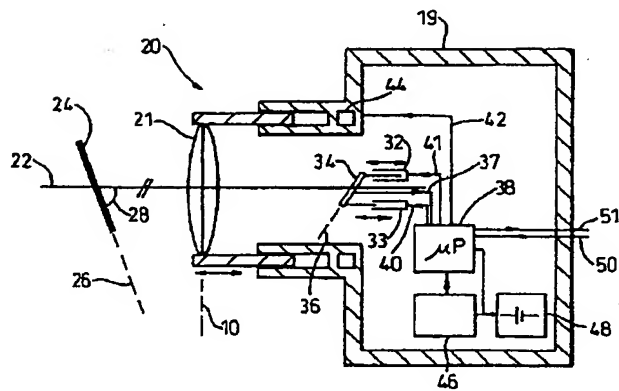
【図1】



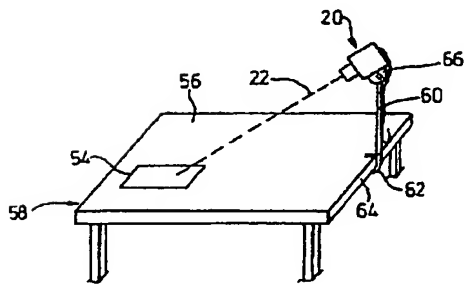
18

- 60 支柱
- 62 クランプ
- 66 取付台
- 64 机の端部
- 81, 83 ビボット
- 82 第二のレンズの光学軸
- 91 第二のレンズ
- 114 対物レンズの画像面

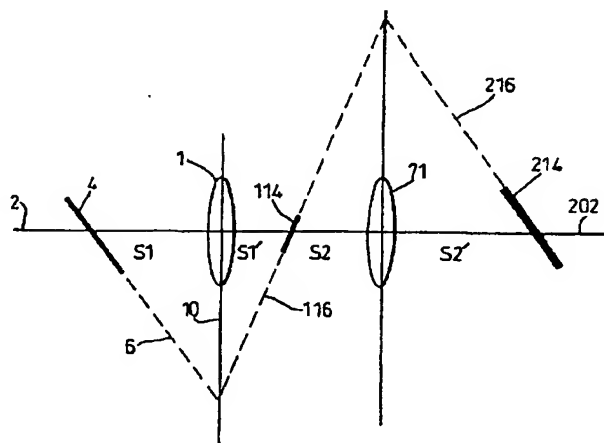
【図2】



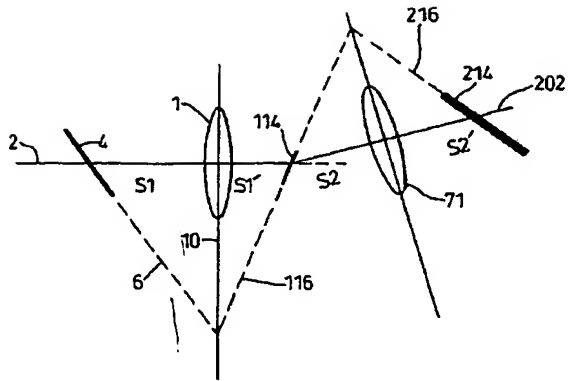
【図3】



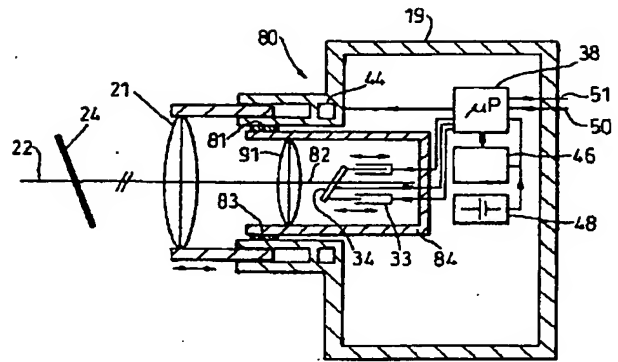
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 デビッド・ネイル・スラッター
イギリス国 ビーエス 9 4アールエイチ
ブリストル, ヘンリーズ, ヒル・バーン
13